

PAT-NO: JP363176616A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63176616 A

TITLE: SECONDARY AIR SUPPLIER FOR ENGINE

PUBN-DATE: July 20, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OKINO, YOSHINORI

WAKUTANI, SHINICHI

CHIKASUE, HIDETAKA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MAZDA MOTOR CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP62008431

APPL-DATE: January 16, 1987

INT-CL (IPC): F01N009/00, F01N003/22, F01N003/22

US-CL-CURRENT: 60/304, 123/203, 123/213

ABSTRACT:

PURPOSE: To aim at improvement in fuel consumption, by installing two air pumps for supply of secondary air to an exhaust passage, and selecting these pumps according to a driving state.

CONSTITUTION: A supercharging pump 15, serving both as a supercharger and a secondary air supplying air pump, is installed in a supercharging passage 9, and it is connected to an engine output shaft via a solenoid clutch 29. A small flowing air pump 28, driven by a motor via this solenoid clutch 29, is installed in a secondary air passage 27. Separately at the time of stationary driving of an engine and at the transition, it is selected to a state of supplying secondary air from the small flowing air pump 28 and another state of supplying it from the supercharging pump 15 or both air pumps. With this constitution, load being imposed on these air pumps are reduced, and fuel consumption is improvable.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-176616

⑬ Int. Cl.⁴F 01 N 9/00
3/22

識別記号

3 0 1
3 1 1

庁内整理番号

H-7910-3G
B-7910-3G

⑭ 公開 昭和63年(1988)7月20日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 エンジンの二次エア供給装置

⑯ 特 願 昭62-8431

⑰ 出 願 昭62(1987)1月16日

⑱ 発 明 者 沖 野 芳 則 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
 ⑱ 発 明 者 涌 谷 新 一 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
 ⑱ 発 明 者 近 末 日 出 登 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
 ⑲ 出 願 人 マツダ株式会社 広島県安芸郡府中町新地3番1号
 ⑲ 代 理 人 弁理士 小谷 悦司 外2名

明 開 書

1. 発明の名称

エンジンの二次エア供給装置

2. 特許請求の範囲

1. 排気通路への二次エアの供給をエンジンの運転状態に応じて制御するようにしたエンジンの二次エア供給装置において、二次エアの供給用に二つのエアポンプを設け、かつ少なくとも一方のエアポンプは二次エアの要求量が少ない運転領域でのその要求量に見合う小流量用エアポンプとするとともに、運転状態に応じて上記小流量用エアポンプから二次エアを供給する状態と他方のエアポンプもしくは両エアポンプから二次エアを供給する状態とに二次エア供給を切替える二次エア供給制御手段と、この二次エア供給制御手段による二次エア供給の切替点をエンジンの定常運転時と過渡時とで変更する切替点変更手段とを設けたことを特徴とするエンジンの二次エア供給装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は排気通路への二次エアの供給を制御するエンジンの二次エア供給装置に関するものである。

(従来技術)

従来から、排気通路に二次エアを供給して排気浄化作用を促進するようにしたエンジンの二次エア供給装置は種々知られている。例えば、自然吸気通路と過給機を備えた過給通路とを有するエンジンにあっては、過給機下流の過給通路から分岐させた二次エア通路を排気通路に接続し、上記過給機を二次エア供給用のエアポンプに兼用するようにしたものが知られている(特開昭58-51221号公報参照)。あるいはまた、二次エア供給専用の電動式等のエアポンプを設けたものもある。

ところで、上記過給機を二次エア供給用エアポンプに兼用する場合、非過給時であっても二次エアを供給すべき運転領域では常に過給機が駆動され、とくに要求二次エア量が少ない運転領域でも、そのときの要求二次エア量からみれば不必要に大き

なポンプ能力を持った過給機が駆動されて比較的大きな負荷がエンジンに加わることとなるため、燃費面で不利である。また、二次エア専用のエアポンプを用いる場合でも、一つのエアポンプで二次エア供給領域全体にわたって二次エアを供給するには、二次エアの最大要求量に見合う程度に大型のエアポンプを用いる必要があるため、充分に燃費を改善することができない。

(発明の目的)

本発明は上記の事情に鑑み、二次エアの要求量が少ない運転領域では小型のエアポンプを用い、このエアポンプによっては二次エア供給量が不足する運転領域では別のエアポンプもしくは二つのエアポンプを用いるように切替制御することにより、運転状態に応じた二次エア要求量を随分かつ、可及的にエアポンプによる負荷を軽減して燃費を改善することを基本的目的とする。

また、このように二つのエアポンプを用いてこれらによる二次エア供給を切替える場合に、定常運転時の要求に適合するように切替点を一定に設

定しておく、減速等の過渡時には、上記切替点での排気系の温度、空燃比等の条件が定常運転時とは異なるため、必ずしも適正な二次エア供給量が得られないという問題が生じるが、本発明はこの点にも着目し、定常運転時と過渡時とに応じた適正な二次エア供給を可能にすることを目的とするものである。

(発明の構成)

本発明は、排気通路への二次エアの供給をエンジンの運転状態に応じて制御するようにしたエンジンの二次エア供給装置において、二次エアの供給用に二つのエアポンプを設け、かつ少なくとも一方のエアポンプは二次エアの要求量が少ない運転領域でのその要求量に見合う小流量用エアポンプとするとともに、運転状態に応じて上記小流量用エアポンプから二次エアを供給する状態と他方のエアポンプもしくは両エアポンプから二次エアを供給する状態とに二次エア供給を切替える二次エア供給制御手段と、この二次エア供給制御手段による二次エア供給の切替点をエンジンの定常運転

- 3 -

- 4 -

時と過渡時とで変更する切替点変更手段とを設けたものである。

この構成により、運転状態によって変る二次エア要求量に応じて二つのエアポンプが使い分けられるとともに、定常運転時と過渡時とにおける排気系の温度等の条件の違いに対しても、これに応じた二次エア供給の調整が行なわれる。

(実施例)

第1図は本発明の一実施例についての装置の構造を示す。この図に示すエンジン1はロータリピストンエンジンであって、所定形状のケーシング2と、その内部を遊星回転運動するロータ3とを備え、ケーシング2内に作動室4が形成されている。このエンジン1のケーシング2には、吸気行程の作動室4に開口する主吸気ポート5と、この主吸気ポート5よりも遅れて閉じる過給ポート6と、排気行程の作動室4に開口する排気ポート7とが形成されており、これらのポート5、6、7はそれぞれ主吸気通路8、過給通路9、排気通路10に連通している。

- 5 -

上記主吸気通路8の上流端側はエアクリーナ11に接続され、この主吸気通路8には、上流側から順に吸気流量検出用のエアフローメータ12、スロットル弁13、および燃料噴射弁14が配設されている。一方、上記過給通路9の上流端側は上記エアフローメータ12下流の主吸気通路8に接続され、この過給通路9には過給機と二次エア供給用エアポンプとを兼ねる過給ポンプ15が設けられており、この過給ポンプ15は、電磁クラッチ16を介してエンジン1の出力軸(図示せず)に連結され、エンジン1によって駆動されるようになっている。過給通路9には、後記制御ユニット31からの信号により制御されて所定負荷以上の運転域で開かれる過給制御弁17と、エンジン1への過給気供給タイミングを規制するロータリバルブ18とが設けられている。

上記過給制御弁17より上流で過給ポンプ15より下流の過給通路9からは二次エア通路21が分岐し、この通路21には二次エアコントロールバルブ(以下「過給ポンプ開ACV」とよぶ)2

- 6 -

2と、二次エア吸気検出用のエアフローメータ23とが設けられている。二次エア通路2-1の下流端は排気通路10に接続され、例えば排気通路10に設けられた触媒コンバータ等の排気浄化装置24の上流にポートエアを供給するように排気ポート7近傍に接続されている。さらに、過給通路9には過給ポンプ15の下流と上流とをつなぐリリーフ通路25が形成され、この通路25にはリリーフ制御弁26が設けられている。

また、上記の過給通路9から分岐した二次エア通路2-1とは別に、上流端がエアクリーナ11に接続された二次エア通路27が形成され、この二次エア通路27に、モータ(図示せず)により電動クラッチ29を介して駆動される小型の電動エアポンプ(小流量用エアポンプ)28が設けられている。この二次エア通路27における電動エアポンプ28の下流には二次エアコントロールバルブ(以下「電動エアポンプ側ACV」とよぶ)30が設けられ、その下流に排気浄化装置24の上流へのポートエア供給用、排気浄化装置24の

- 7 -

とに二次エア供給を切替える二次エア供給制御手段34と、この二次エア供給制御手段34による二次エア供給の切替点をエンジンの定常時と過渡時とで変更する切替点変更手段35とが含まれている。

この制御ユニット31においては、予め、過給領域および各ポンプからの二次エア供給領域等が第2図のように設定されている。すなわち、スロットル開度(エンジン負荷)が所定値より大きい運転領域を過給領域とする一方、非過給時に二次エアを供給することとして、所定ラインDC1よりも低負荷側(斜線で示す範囲)をポートエア供給領域とし、このうち、上記電動エアポンプ28で定常運転時の二次エア要求量を賄うことができる範囲である所定回転数 R_0 より低回転側の領域を電動エアポンプによるポートエア供給領域Paとし、所定回転数 R_0 より高回転側の領域を過給ポンプによるポートエア供給領域Pbとしている。そして当該例では、各ポンプによる二次エア供給を上記所定回転数 R_0 で切替えるとともに、減

- 9 -

中間部へのスプリットエア供給用、およびエアクリーナ11上流へのリリーフ用の各通路27a、27b、27cが形成されている。

31はマイクロコンピュータ等を用いた制御ユニットであり、この制御ユニット31には、エアフローメータ12、23からの検出信号、エンジン回転数を検出する回転数センサ32からの検出信号、スロットル弁13の開度を検出するスロットル開度センサ33からの検出信号等が入力され、制御ユニット31からは、過給ポンプ15のクラッチ16と過給ポンプ側ACV22と過給制御弁17とをそれぞれ制御する信号および電動エアポンプ28のクラッチ29と電動エアポンプ側ACV30とをそれぞれ制御する信号が出力され、さらに燃料噴射弁14を制御する信号、リリーフ制御弁26を制御する信号等も出力されている。

上記制御ユニット31には、特定運転領域で二次エアの供給を行うとともに運転状態に応じて上記電動エアポンプ28から二次エアを供給する状態と過給ポンプ15から二次エアを供給する状態

- 8 -

時には切替にディレーをもたせることにより切替点をずらすようにしている。なお、DC2は減速時の燃料カットラインを示し、このラインDC2より低負荷側では燃料供給が停止される。

第3図は上記制御ユニット31による制御の具体例を示すフローチャートである。このフローチャートにおいては、まずステップS₁で、エアフローメータ12によって検出される吸気流量Q₁、エンジン回転数RPMおよびスロットル開度TV₀を読み込み、ステップS₂で、エンジン一回転当たりの吸気流量等に応じて燃料噴射弁14に対する噴射パルスのパルス幅 τ を演算する。次にステップS₃で、そのときのエンジン回転数とスロットル開度とによって求められる運転状態が第2図中のラインDC1よりも低負荷側(ポートエア供給領域)か否かを調べる。

ステップS₃での判定結果がNQのときは、運転状態が過給領域にあるか否かの判定(ステップS₄)に基づき、過給領域にある場合は過給ポンプ15のクラッチ16をON(ステップS₅)、

- 10 -

過給領域にない場合は上記クラッチ16をOFF(ステップS₆)とし、かつ、いずれの場合も過給ポンプ側ACV22を閉じ(ステップS₇)、それからステップS₈に移り、上記パルス幅で燃料噴射弁14から燃料を噴射させる。

上記ステップS₃での判定結果がYESのとき(運転状態がポートエア領域にあるとき)は、さらにステップS₄でエンジン回転数RPMが所定回転数R₀以下か否かを調べる。そして、ステップS₄での判定結果がNOのときは、過給ポンプ15のクラッチ16をONとするとともに過給ポンプ側ACV22を開き(ステップS₅、S_n)、これによって過給ポンプ15による二次エア供給を行わせるようにし、電動エアポンプ28のクラッチ29はOFFとする(ステップS₆)。さらにこの場合、エアフローメータ23により検出される二次エア流量Q₂を読み込んで、吸気流量Q₁から二次エア流量Q₂を減算した値に基づいて噴射パルス幅を修正する(ステップS₉、S_m)。それからステップS₈に移って、第2図中の燃料

- 11 -

チ16をOFFとするとともに過給ポンプ側ACV22を閉じる(ステップS₂₂、S₂₄)。こうして電動エアポンプ28による二次エア供給を行わせる。それから、前記のステップS₈による判定とそれに応じたステップS₉またはステップS₆の処理を行う。

以上のような装置によると、二次エア供給領域のうちで比較的二次エアの要求量が少ない所定回転数R₀以下の領域では、過給ポンプ15が停止された状態で、小型の電動エアポンプ28により二次エアが排気通路10に供給されることにより、過給ポンプ15が駆動される場合よりもポンプ駆動のための負荷が軽減される。一方、二次エア要求量が多くて上記電動エアポンプ28では二次エアが不足する所定回転数R₀以上の運転領域では、過給ポンプ15によって二次エアが供給され、必要な二次エア量が賄われる。

運転状態が過給ポンプ15による二次エア供給領域から電動エアポンプ28による二次エア供給領域に移行する場合に、定常運転に近い程かな運

- 13 -

カットのラインDC2より低負荷側か否かを調べ、その判定結果がYESであれば前記のステップS₈に移り、NOであれば燃料カットを行う(ステップS₁₀)。

上記ステップS₄でエンジン回転数RPMが所定回転数R₀以下と判定したときは、前回はエンジン回転数が所定回転数R₀より大きかったか否かの判定(ステップS₄)に基づき、所定回転数以下になった直後はエンジン回転数変化により減速度を開けてそれに応じたディレー時間AをタイマTMにセットし(ステップS₁₁)、その後はタイマTMを0となるまでディクリメントする(ステップS₁₂、S₂₀)。上記ディレー時間Aは、減速度が充分小さいときにはほぼ0とし、減速度が大きくなるにつれて大きな値に設定する。

そして、上記タイマTMが0となったとき、つまり上記ディレー時間Aが経過したときは、電動エアポンプ28のクラッチ29をONとするとともに電動エアポンプ側ACV30を開き(ステップS₂₁、S₂₂)、かつ、過給ポンプ15のクラ

- 12 -

転状態移行時には、第4図(a)のように、上記所定回転数R₀に達した時点T₀で、過給ポンプ駆動状態から電動エアポンプ駆動状態に切替えられことにより、定常運転時の二次エア要求量に見合うように二次エア供給量が調整される。また、急激にエンジン回転数が減少する減速時には、第4図(b)のように、減速度に応じた時間だけ上記切替が遅らされ、これにより排気浄化装置24の温度上昇が抑制される。つまり、過給ポンプ15から電動エアポンプ28に切替わると、それまでの比較的多量に供給されていた二次エアが減少し、二次エアによる冷却作用が少なくなることにより排気浄化装置24の温度が上昇する傾向があり、とくに高回転負荷からの急激な減速時には、排気浄化装置24の温度がすでに高く、かつ主吸気通路8の壁面に付着した燃料も多いため、定常運転時と同じ切替点であれば第4図(b)に二点領域で示すように温度上昇が顕著になる。これに対し、上記のように切替点を遅らせると、この間

- 14 -

が供給されて冷却作用が得られ、第4図(b)に実験で示すように排気浄化装置24の温度上昇が抑制されることとなる。

なお、上記実施例では小流量用エアポンプに電動エアポンプ28を用い、他の二次エア供給用エアポンプとして過給ポンプ15を兼用させているが、上記小流量用エアポンプは電動エアポンプに限らず、小型であればエンジンで駆動されるような機械式ポンプ等を用いてもよく、他のエアポンプも過給機に限らず、二次エア供給専用のポンプを設けてもよい。また、二つのエアポンプの使い分け方としては、二次エア要求量が少ない領域では一方のエアポンプのみから二次エアを供給し、二次エア要求量が多い領域では両エアポンプから二次エアを供給するようにしてもよく、この場合、両エアポンプをともに比較的小型のポンプとすることもできる。

(発明の効果)

以上のように本発明は、排気通路への二次エア供給用として少なくとも一方は小型の小流量用エ

アポンプとした二つのエアポンプを設け、運転状態に応じ、上記小流量用エアポンプから二次エアを供給する状態と他方のエアポンプもしくは両エアポンプから二次エアを供給する状態とに切替制御するようにしているため、運転状態に応じた二次エアの要求量を防うことができるようにしつつ、二次エア要求量が少ない運転領域でのエアポンプによる負荷を軽減し、燃費を改善することができる。その上とくに、定常運転時と過渡時とに応じた二次エア供給の切替点を変更しているため、定常運転時と過渡時とにおける温度、空燃比等の条件の違いに対しても、それに適合した二次エア供給量の調整を行なうことができるものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す全体概略図、第2図は各ポンプからの二次エア供給の領域および過給領域等を示す説明図、第3図は制御のフローチャート、第4図(a)(b)は定常運転時と減速時とにおける二次エア供給の切替とそれに伴う二次エア供給量の変化および排気温度の変化を

- 15 -

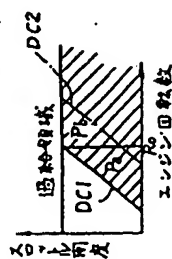
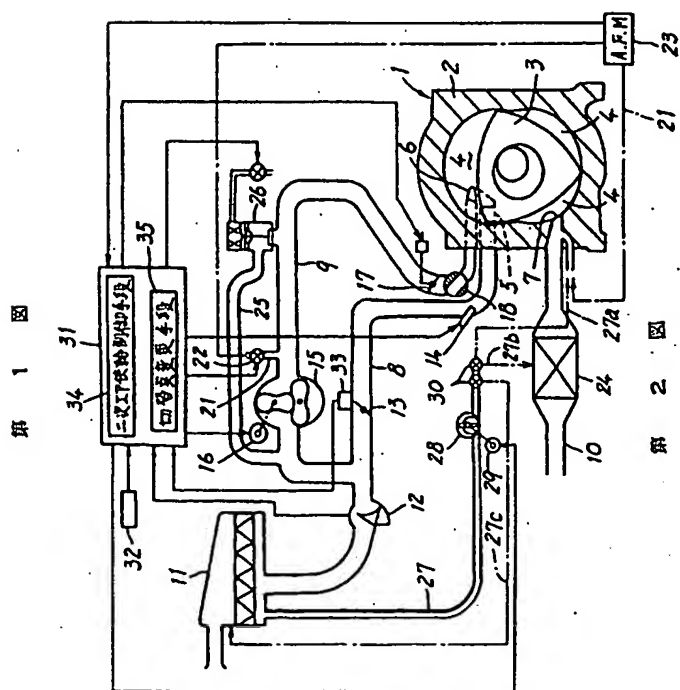
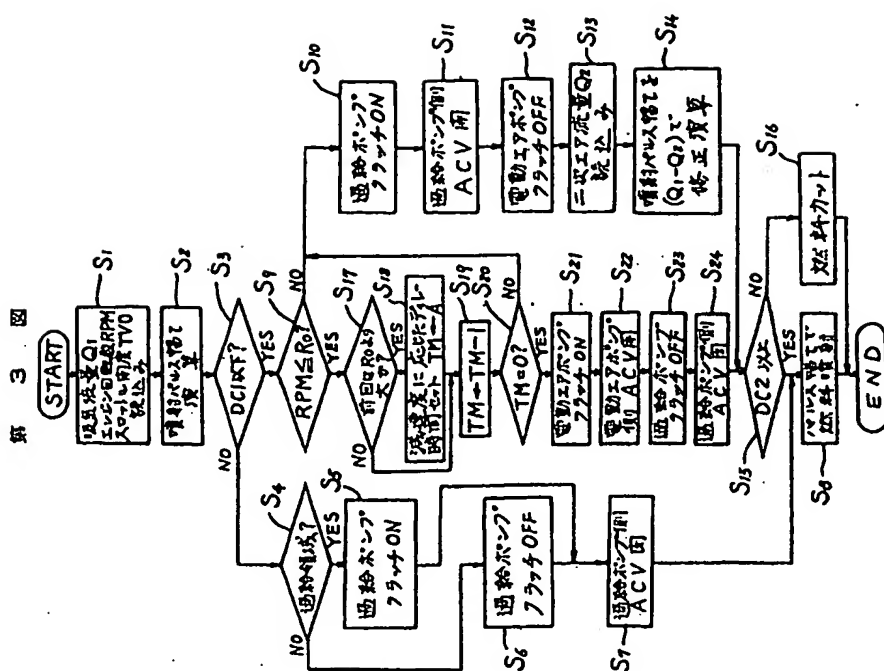
- 16 -

示す説明図である。

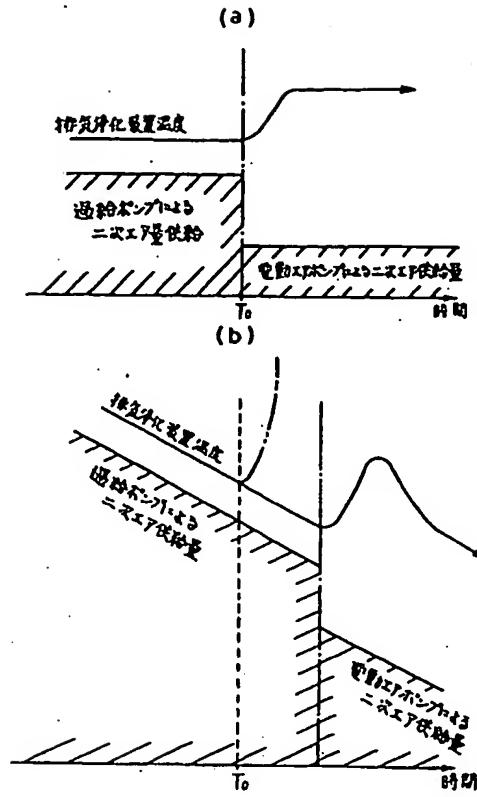
1—エンジン、15—二次エア供給用のエアポンプを兼ねる過給ポンプ、28—電動エアポンプ(小流量用エアポンプ)、21、27—二次エア通路、22、30—二次エアコントロールバルブ、31—制御ユニット、34—二次エア供給制御手段、35—切替点変更手段。

特許出人	マツダ株式会社
代理人	弁理士 小谷 悦司
同	弁理士 長田 正
同	弁理士 坂谷 康夫

- 17 -



第 4 図



(19) Japanese Patent Office (JP) (12) Unexamined Patent Gazette (A) (11) Unexamined Patent Application No: S63-176616

(43) Date of Publication: Jul. 20, 1988

(51) Int. Cl. ⁴	Class. Symbols	Internal Office Registration Nos.
F 01 N 9/00		
3/22	301	H-7910-3G
	311	B-7910-3G

Request for Examination: not requested yet Number of Invention: 1 (Total of 7 pages)

(54) Title of Invention: Secondary Air Supplier for Engine

(21) Patent application S62-8431

(22) Application date: January 16, 1987

(72) Inventor: Yoshinori Okino

c/o Mazda Corp

3-1 Shinchichi, Fuchu, Aki County, Hiroshima Prefecture

(72) Inventor: Shinichi Wakutani

c/o Mazda Corp

3-1 Shinchichi, Fuchu, Aki County, Hiroshima Prefecture

(72) Inventor: Hidetaka Chikasue

c/o Mazda Corp

3-1 Shinchichi, Fuchu, Aki County, Hiroshima Prefecture

(71) Applicant: Mazda Corp.

3-1 Shinchichi, Fuchu, Aki County, Hiroshima Prefecture

(74) Agent: Etsuji Kotani, a patent attorney and two others

Specification

1. Title of Invention

Secondary Air Supplier for Engine

2. Scope of Claims

1. A secondary air supplier for an engine, of a type of a secondary air supplier for an engine wherein the supply of air to the exhaust passage is controlled depending on driving conditions of the engine, comprising;
two air pumps for the secondary air supply with at least one of the air pumps made to be a small air flow air pump matching the demanded air flow volume in the driving range where the demanded secondary air flow amount is small,
a secondary air supplier control means for switching the secondary air supply between

(Purpose of Invention)

Considering the background described above, the present invention basically aims to reduce the fuel cost of an engine by providing switching control in which a small air pump is used in the driving state with a small secondary air amount required and another air pump or two air pumps are used in the driving state with not enough secondary air being supplied. In this manner, the proper secondary air amount matching the driving state is always supplied, and the load imposed by the air pumps is eased, resulting in improved fuel savings.

Moreover, if the secondary air supply is switched using two air pumps as described above, there is the problem that the optimum secondary air supply may not be possible because the universal setting of the switch point to meet the demand of normal driving time ignores the differences in temperature, air/fuel ratio and other conditions of the exhaust system at the switching point during transition time such as the deceleration period from those of normal driving time. With a focus on such problem as well, the present invention also aims at enabling the optimum secondary air supply for both the normal driving state and the transition state.

(Construction of Invention)

The secondary air supplier for an engine of the present invention is of a type of a secondary air supplier for an engine wherein the supply of air to the exhaust passage is controlled depending upon the driving conditions of the engine, and comprises two air pumps for secondary air supply with at least one of the air pumps made to be a small air flow air pump matching the demanded air flow amount in the driving range where the demanded secondary air flow amount is small, a secondary air supplier control means for switching the secondary air supply between a state in which secondary air is supplied from the small air flow pump and a state in which the secondary air flow is supplied from the other air pump or from both air pumps depending on driving conditions, and a switching point alteration means for changing the switching point of the secondary air supply by the secondary air supply control means to and from the normal driving time and transition time.

a state in which secondary air is supplied from the small air flow pump in a state in which secondary air flow is supplied from the other air pump or from both air pumps depending on the driving condition, and a switching point alteration means for changing the switching point of the secondary air supply by the secondary air supply control means to and from the normal driving time and transition time.

3. Detailed Description of Invention

(Field of Application)

The present invention relates to a secondary air supplier of an engine that controls the secondary air supply to the exhaust passage.

(Prior Art)

Heretofore, various secondary air suppliers for an engine which contribute to the exhaust cleaning function by supplying secondary air to the exhaust passage have been known. In fact, in an engine with a natural air suction passage and a super charge passage in which a super charger is installed, an engine wherein the super charger is made to function also as air pump for secondary air supply by connecting a secondary air flow passage branched off from a super charge passage at the bottom the super charger to the exhaust passage is already known (See Japan Laid Open Patent Publication S58-51221). Also there are engines wherein the electric power air pump is provided as an exclusive secondary air supplier.

In an engine in which the super charger is also used as an air pump for secondary air supply, the super charger is always driven during the driving state demanding secondary air supply even if the engine is in a transition state. In particular, even if in a driving state demanding only a small amount of secondary air, the super charger with an unnecessarily larger pumping capacity compared to demanded secondary air amount is driven, imposing relatively heavy load on the engine and waste in fuel cost. Moreover, in an engine in which exclusive secondary air pump is provided, sufficient fuel cost improvement is not achieved because the air pump needs to be large enough to meet the maximum amount of secondary air required in order to supply secondary air over the entire secondary air supply domain with only one pump.

With such construction, the present invention enables the use of two air pumps depending on the required amount of secondary air flow. Moreover, adjustment of ~~secondary air supply~~ is executed depending on the differences of temperature and other conditions of the exhaust systems at the time of normal or transition driving.

(Embodiment)

Fig. 1 illustrates the structure of the supplier in an embodiment of the present invention. Engine 1 in the figure is a rotary piston engine comprising a casing 2 with a pre-determined shape, and a rotor 3 that moves in a planetary rotation motion within the casing. Operation chamber 4 is provided in casing 2. In casing 2 of engine 1 are formed a main suction port 5 that opens to operation chamber 4 during the suction process, a super charge port 6 that closes following the closure of the main suction port 5, and an exhaust port 7 that opens to operation chamber 4 during the exhaust process. Ports 5, 6, 7 are connected respectively to main suction passage 8, super charge passage 9 and exhaust passage 10.

The upper flow side edge of the main suction air passage 8 is connected to air cleaner 11. In the main suction air passage 8 are arranged, in order from upper flow side, an air flow meter 12 for detecting the suction air amount, a throttle valve 13, and a fuel injection valve 14. Meanwhile, the upper flow side edge of the super charge passage 9 is connected to the main suction air passage at the bottom of the air flow meter 12. In the super charge passage 9 is provided a super charge pump 15 functioning as a super charger and a secondary air pump supply air pump. The super charge pump 15 is connected to the output shaft (unrepresented) of engine 1 through an electromagnetic clutch 16. In the super charge passage 9 are provided super charge control valve 17 which is controlled by signals from the control unit 31, to be explained later, to open in the driving range above pre-determined load, and rotary valve 18 that controls the timing for the super charged air supply to engine 1. Secondary air passage 21 branches off from super charge passage 9 between upstream of the super charge control valve 17 but downstream from super charge pump 15. In the passage 21, the secondary air control valve (hereafter referred to as "super charge pump side ACV") 22 and air flow meter 23 for detecting secondary air flow amount are provided. The bottom flow edge of secondary air passage 21 is connected to exhaust air passage 10 in the vicinity of exhaust port 7 in such a manner that port air is supplied upstream of the exhaust air cleaning equipment such as a catalyst converter which is

provided in exhaust air passage 10. Moreover, in super charge passage 9, relief passage 25 connecting the downstream and upstream of super charge pump 15 is formed, a relief control valve 26 also being installed in passage 25.

Separate from secondary air passage 21 that branches off from the super charge passage 9, a secondary air passage 27 with upstream side edge connected to air cleaner 11 is formed. Moreover, a small electric power air pump (small amount air pump) 28 is to be driven by a motor (unrepresented) through an electromagnetic clutch 27 is provided in the secondary air passage 27. A secondary air control valve (hereafter, referred to as "electric power air pump side ACV") 30 is installed downstream of the electric power air pump 28 in the secondary air passage 27. Moreover, passage 27a, passage 27b and passage 27c are also formed downstream, respectively for port air supply upstream of exhaust cleaner 24 for splitting the air supply to the middle section of exhaust air cleaner 24, and for relief upstream of air cleaner 11.

Furthermore, "31" denotes a control unit consisting of micro computer and the like. Detection signals from air flow meters 12, 23, detection signals from rotation number sensor 32 that detects the number of engine rotations and detection signals from throttle opening sensor 33 that detects the opening of throttle valve 13 and others are entered in the control unit 31. Control unit 31 outputs signals respectively controlling clutch 16 of super charge pump 15, the super charge pump side AVC and the super charge control valve 17, and signals that control fuel injection valve 14, relief control valve 26 and others.

Aforementioned control unit 31 contains a secondary air supply control means 34 that switches secondary air supply between state wherein aforementioned electric power air pump 28 supplies secondary air depending on driving condition in addition to supplying secondary air in the specific driving domain and state wherein super charge pump 15 supplies secondary air, and switch point alteration means 35 that changes the secondary air supply switching point depending on the normal period and the super charge period of the engine.

The super charge domain, secondary supply domain from each pump, and others are pre-established in control unit 31 as illustrated in Fig. 2. In fact, a driving domain in which throttle opening (engine load) is larger than a pre-determined value is defined as a super charge domain. At the same time, for secondary air supply during a

non-super charge period, the side with a lower load than the pre-determined line DC1 (shaded area) is defined as the port air supply domain. In the port air supply domain, the domain in which the number of rotation is smaller than pre-determined rotation number R0 where the electric power air pump 28 is able to supply secondary air demand amount during normal driving is defined as the electric power pump port air supply domain Pa, and the domain where rotation is higher than a pre-determined rotation number R0 is defined as the super charge pump port air supply domain Pb. In the present embodiment, the secondary air supply by each pump is switched at aforementioned pre-determined rotation number R0, and the switching point is shifted during the deceleration time in which delay time is provided in switching. Here, DC2 indicates a fuel cut line during deceleration, and the fuel supply is stopped on the side where the load is lower than line DC2.

Fig. 3 is a flowchart describing a concrete example of control executed by aforementioned control unit 31. In the flowchart, first, suction flow amount Q1 detected by air flow meter 12, engine rotation number RPM and throttle opening TVO are read in step S1. Next, in step S2, the pulse width τ of the injection pulse for fuel injection valve 14 based on suction flow amount per engine rotation is computed. Then in step S3, the driving state obtained by the engine rotation number and the throttle opening at the time is checked to see if it is on the side where the load is smaller than line DC1 in Fig. 2.

If the result of determination in step S3 is NO, a determination is made as to whether or not the driving state is in the super charge domain (step S4). If the driving state is in the super charge domain, clutch 16 of super charge pump 15 is turned ON (step S5), otherwise clutch 16 is turned OFF. Moreover, in either state, the super charge pump side ACV is closed (step S7), and in step S8, the fuel is injected with the pulse width from fuel injection valve 14.

If the result of determination in step S3 is YES (the driving state is in the port air domain), a check is made in step S9 as to whether or not engine rotation number RPM is below a pre-determined rotation number R0. If the result of determination in step S9 is NO, clutch 16 of super charge pump 15 is turned ON, at the same time, the super charge pump side ACV 22 is opened (step S10, S11), through which super charge pump 15 executes a secondary air supply, and clutch 29 of electric power air pump 28 is turned OFF (step S12). In this case, the secondary air flow amount Q2 detected by air

flow meter 23 is read, and the injection pulse width τ is modified based on the value obtained by subtracting the secondary air flow volume Q_2 from the suction air flow volume Q_1 (step S13, S14).

Next, in step S15, a determination is made as to whether or not the load is lower than fuel cut line DC2. If the result of determination is YES, the process moves back to step S8, but if it is NO, a fuel cut is executed (step S16).

If the engine rotation number RPM is determined to be pre-determined rotation number R_0 or less at aforementioned step S9, delay time A corresponding to a level of deceleration which is checked by the change in the engine rotation number is set for timer TM (step S19, S20) immediately after the engine rotation number falls below pre-determined rotation number based on the determination of whether or not the engine rotation number of the previous time was larger than a pre-determined rotation number S_0 (step S0). Subsequently, the timer TM is decremented until it becomes 0 (step S19, S20). Aforementioned delay time A is set to be virtually 0 when the level of deceleration is sufficiently small, but is set to be a larger value with the level of deceleration.

When aforementioned timer becomes 0, in other words when the delay time A elapses, clutch 29 of electric power air pump 28 is turned ON; at the same time, electric air pump side ACV 30 is opened (step S21, S22). Moreover, clutch 16 of super charge pump 15 is turned OFF and super charge pump side ACV 22 is closed (step S23, S24). In this manner, secondary air supply by electric power air pump 28 is executed. Then, a determination is made in step S15 and the processes of step S8 or step S10 corresponding to the determination of step S15 are executed.

In the system described above, within the domain where engine rotation is less than or equal to pre-determined rotation number R_0 with relatively small secondary air demand amount in the secondary air supply domain, secondary air is to supplied to exhaust passage 10 by a small electric power air pump 28. Hence, the load for driving the pump is less than when super charge pump 15 is driven. On the other hand, in the driving domain where engine rotation is higher than a pre-determined rotation number R_0 and where secondary air is insufficient with the electric power pump 28 due to a large amount of demand for secondary air, secondary air is supplied by super charge pump 15, as a result, sufficient secondary air amount is supplied.

When the driving condition shifts from the domain where secondary air supply is supplied by super charge pump 15 to the domain where secondary air is supplied by electric power air pump 28, and during mild driving condition shift close to a normal driving condition, the secondary air supply amount is adjusted to satisfy the secondary air demand amount of normal driving time through switching from the super charge pump driving condition to the electric power air pump driving condition at the time when the engine rotation reaches a pre-determined rotation number R_0 , as illustrated in Fig. 4(a). Moreover, during the deceleration period with a rapid engine rotation drop, switching is delayed for the time corresponding to the level of deceleration, through which the rise in the temperature of the exhaust cleaner 24 is controlled. In other words, in the condition in which the pump is shifted from the super charge pump 15 to the electric power air pump 28, secondary air that has been supplied in a relatively large amount up to that point decreases and the cooling function of the secondary air weakens, causing the temperature of the exhaust cleaner 24 to rise. In particular, during rapid deceleration from high rotation, namely high load condition, the temperature of exhaust cleaner 24 is already high and fuel attached to the wall surface of main suction passage 8 is large, hence the temperature rise becomes noticeable if the switching point is the same as the normal driving condition as described by broken lines in Fig. 4(b). On the other hand, when switching is delayed as in aforementioned case, a relatively large amount of secondary air is supplied from the super charge pump during delay, and the temperature rise of exhaust cleaner 24 is controlled, indicated by real lines in Fig. 4(b).

In the embodiment above, electric power air pump 28 is used as a small flow amount air pump and super charge pump 15 is made to function also as another secondary air supply air pump, but the small flow amount air pump is not limited to an electric power air pump, and an engine driven mechanical pump and the like may be used as long as it is small. Moreover, the other air pump is not limited to a super charger, but a pump exclusively for secondary air supply may be used. As far as the separate usage of two air pumps are concerned, only one pump may be used to supply secondary air in the domain where secondary air demand amount is small, and secondary air may be supplied by both pumps in the domain with a large secondary air demand amount, in which case, relatively small pumps may be used for both pumps.

(Efficacy)

As illustrated above, the present invention provides two air pumps for secondary air supply to the exhaust passage, at least one of which is a small flow amount air pump, and adopts switching control between the condition in which secondary air is supplied from the small flow amount air pump and the condition in which secondary air is supplied from the other air pump or both air pumps depending on the driving conditions. Hence, the load on air pump is reduced in the driving domain with small secondary air demand amount while sufficiently supplying the secondary air demand amount corresponding to the driving condition, enabling improved fuel savings. In addition, the present invention changes secondary air supply switching point corresponding to the normal driving state and the super charge state. Hence, the secondary air supply amount may be adjusted properly with differences in temperature, air/fuel ratio and other conditions during normal driving state and super charge state.

4. Brief Description of Drawing

Fig. 1 is an overall schematic diagram illustrating the embodiment of the present invention.

Fig. 2 is an illustration describing domain in which secondary air is supplied from each pump, super charge domain, and others.

Fig. 3 is a control flow chart.

Fig. 4(a) (b) are illustrations describing switching of secondary air supply and change in secondary air supply amount and change in exhaust temperature during normal driving state and deceleration state.

1. Engine, 15. Super charge pump functions also as exclusive secondary air supply air pump. 28. Electric power air pump (small air flow amount pump) 21, 27. Secondary air passage 22, 30. Secondary air control valve 31. Control unit 34. Secondary air supply control means 35. Switching point alteration means

Patent applicant: Mazda Corp.

Agent: Etsuji Kotani, patent attorney
Tadashi Nagata, patent attorney
Yasuo Itaya, patent attorney

Fig. 1 34. Secondary air supply control means
35. Switching alteration means

Fig. 2

Throttle opening level Super charge domain Engine rotation number

Fig. 3

S1: Read suction air flow amount Q_1 , engine rotation number RPM, and throttle opening level TVD

S2: Compute injection pulse width τ

S3: Below DC1?

S4: Super charge domain?

S5: Super supply pump clutch ON

S6: Super charge pump clutch OFF

S7: Super charge pump side ACV closed

S8: Inject fuel with pulse width τ

S10: Super charge pump clutch ON

S11: Super charge pump side ACV open

S12: Electric power air pump OFF

S13: Read secondary air flow amount Q_2

S14: Modify injection pulse width τ by computing $(Q_1 \cdot Q_2)$

S15: Above DC2?

S17: Was previous time large than R_0 ?

S18: Set delay time corresponding to deceleration level TM-A

S21: Electric power air pump clutch ON

S22: Electric power air pump side ACV open

S23: Super charge pump clutch OFF

S24: Super charge pump side ACV closed

Fig 4 (a)

Exhaust cleaner temperature

Secondary air amount supply by super charge pump

Secondary air amount supply by electric power pump

Time

(b)

Exhaust cleaner temperature

Secondary air amount supply by super charge pump

Secondary air amount supply by electric power pump

Time